A9

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-266922
(43)Date of publication of application : 28.09.2001

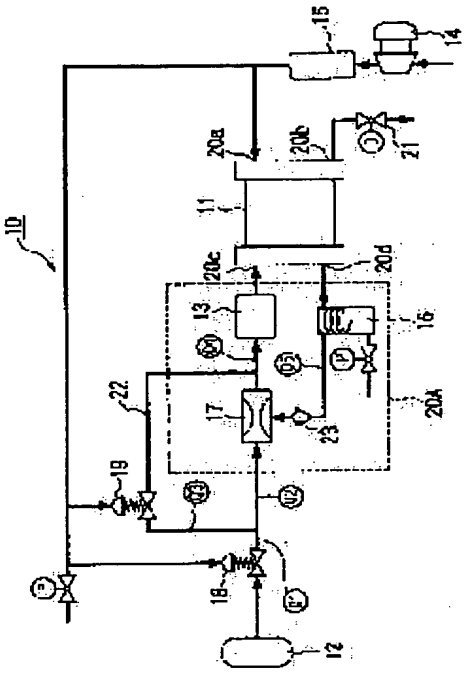
(51)Int.Cl. H01M 8/06
F04F 5/18
H01M 8/04
H01M 8/10

(21)Application number : 2000-085291
(22)Date of filing : 24.03.2000

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD
(72)Inventor : SUGAWARA TATSUYA
KOBAYASHI TOMOKI

(54) FUEL SUPPLY SYSTEM FOR FUEL CELL

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To control with a broad output range easily with a simple configuration.
SOLUTION: A fuel supply system 10 for a fuel cell has a configuration equipped with a fuel cell 11, a fuel supply section 12, an oxidizer supply section 14, an ejector 17, a fuel supply side pressure control section 18, and a bypass side pressure control section 19. The fuel supply side pressure control section 18 is arranged between the fuel supply section 12 and a humidifying section 13, and the ejector 17 is arranged between the fuel supply side pressure control section 18 and the humidifying section 13. A bypass duct 22 to bypass the ejector 17 is installed in the duct connecting the fuel supply side pressure control section 18 and the humidifying section 13, and the bypass side pressure control section 19 is installed in the bypass duct 22. When the outlet pressure of hydrogen at the outlet of the ejector 17 drops to less than the supply pressure determined by the bypass side pressure control section 19, a valve of the bypass side pressure control section 19 is opened and hydrogen is supplied to the fuel cell 11 from the bypass duct 22.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（A）　(11)特許出願公開番号
特開2001－266922
(P2001－266922A)
(43)公開日　平成13年９月28日(2001.9.28)

(51)Int.Cl.'		識別記号	FI		テーマコード'(参考)
H01M	8/06		H01M	8/06	B　3H079
F04F	5/18		F04F	5/18	5H026
H01M	8/04		H01M	8/04	P　5H027
					A
	8/10			8/10	

審査請求　未請求　請求項の数３　ＯＬ　（全 10 頁）

(21)出願番号　特願2000－85291(P2000－85291)

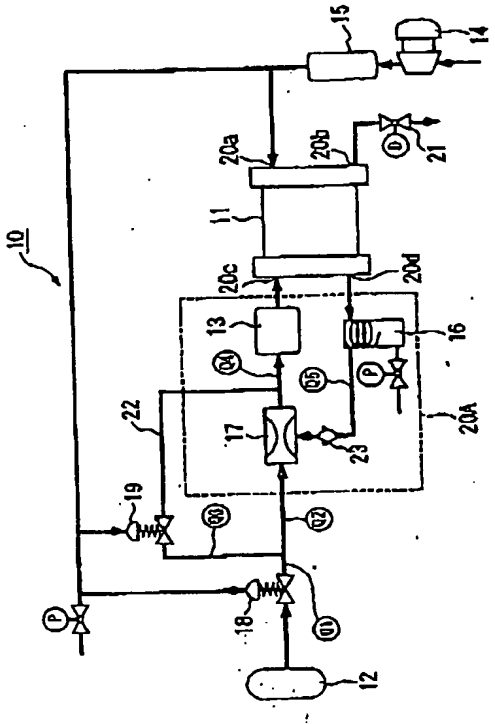
(22)出願日　平成12年３月24日(2000.3.24)

(71)出願人　000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目１番１号
(72)発明者　菅原　竜也
埼玉県和光市中央１丁目４番１号　株式会社本田技術研究所内
(72)発明者　小林　知樹
埼玉県和光市中央１丁目４番１号　株式会社本田技術研究所内
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武　（外５名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　燃料電池の燃料供給装置

(57)【要約】
【課題】　単純な構成で、容易に、広範な出力範囲の制御を行う。
【解決手段】　燃料電池の燃料供給装置１０を、燃料電池１１と、燃料供給部１２と、酸化剤供給部１４と、エゼクタ１７と、燃料供給側圧力制御部１８と、バイパス側圧力制御部１９とを備えて構成した。燃料供給部１２と加湿部１３との間に燃料供給側圧力制御部１８を設け、燃料供給側圧力制御部１８と加湿部１３との間にエゼクタ１７を設けた。燃料供給側圧力制御部１８と加湿部１３とを接続する流路に、エゼクタ１７を迂回するバイパス流路２２を設け、バイパス流路２２にはバイパス側圧力制御部１９を設けた。エゼクタ１７の出口での水素の出口圧が、バイパス側圧力制御部１９で設定された供給圧以下になると、バイパス側圧力制御部１９を開弁して、バイパス流路２２から燃料電池１１へ水素を供給する。



【特許請求の範囲】
【請求項１】　燃料電池に酸化剤を供給する酸化剤供給手段と、前記酸化剤の圧力に応じた圧力で、燃料を前記燃料電池に供給する第１の燃料供給手段と、
前記第１の燃料供給手段から供給された前記燃料のうち前記燃料電池から排出された排出燃料を、新たに前記第１の燃料供給手段から供給された前記燃料に混合して前記燃料電池へ再循環させる燃料循環手段と、
前記燃料循環手段と並列に設けられ、前記酸化剤の圧力に応じた供給圧力で、前記燃料を前記燃料電池に供給する第２の燃料供給手段とを備え、
前記第２の燃料供給手段は、前記燃料の圧力に関して、前記第１の燃料供給手段の出口圧と前記第２の燃料供給手段の出口圧との圧力差が、所定の圧力閾値を超えた場合に、前記燃料を前記燃料電池に供給することを特徴とする燃料電池の燃料供給装置。
【請求項２】　前記燃料循環手段は、前記燃料電池で消費された前記燃料の消費流量に対する（前記燃料電池に供給された前記燃料／前記燃料の消費流量）特性が異なる複数のエゼクタが並列に配置されてなり、
前記複数のエゼクタの少なくとも１つが選択されて切替制御されることを特徴とする請求項１に記載の燃料電池の燃料供給装置。
【請求項３】　前記切替制御は前記燃料電池の出力に応じて制御されることを特徴とする請求項２に記載の燃料電池の燃料供給装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池から排出される排出燃料を、新たに供給される燃料と混合して燃料電池に再循環させる燃料電池の燃料供給装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】従来、固体高分子膜型燃料電池は、固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して構成されたスタック（以下において燃料電池と呼ぶ）を備えており、アノードに燃料として水素が供給され、カソードに酸化剤として空気が供給されて、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソードまで移動して、カソードで酸素と電気化学反応を起こして発電するようになっている。ここで、固体分子電解質膜のイオン導電性を保つために、燃料電池に供給される水素には加湿装置等によって過剰の水が混合されている。このため、燃料電池の電極内のガス流路に水が溜まって、このガス流路が塞がれることがないように、排出燃料には所定の排出流量が設定されている。この際、排出燃料を、新たに燃料電池に導入される燃料に混合して再循環させることで、燃料を有効に活用することができ、固体高分子膜型燃料電池のエネルギー効率を向上させることができる。
【０００３】従来、上述したような燃料電池装置として、例えば特開平９－２１３３５３号公報に開示された燃料電池装置のように、エゼクタによって排出燃料を再循環させる燃料電池装置が知られている。この燃料電池装置では、排出燃料の再循環用の流路に圧力計が組み込まれており、この圧力計による検出結果に基づいて、エゼクタの燃料供給弁の開度が調節制御され、エゼクタにより混合された排出燃料及び新たに導入された燃料の流量が変化させられている。そして、エゼクタの下流に設けられた流量計による検出結果に基づいて、排出燃料及び新たに導入された燃料の流量に対するフィードバック制御が行われることで、燃料電池にて消費される燃料の量、つまり燃料電池装置の出力が制御されている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術の一例による燃料電池装置のように、例えば可変オリフィス等によって流量可変とされたエゼクタを備えた場合、例えば燃料電池装置内の複数箇所の流路で燃料の圧力及び流量を検出してフィードバック制御を行う必要があり、燃料電池装置の構造及び制御が複雑化してしまうという問題がある。本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、単純な構成で広範な出力範囲に対応することができ、しかも容易に制御可能な燃料電池の燃料供給装置を提供することを目的とする。
【０００５】
【課題を解決するための手段】上記課題を解決して係る目的を達成するために、請求項１に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置は、燃料電池（例えば、後述する実施の形態における燃料電池１１）に酸化剤（例えば、後述する実施の形態における空気）を供給する酸化剤供給手段（例えば、後述する実施の形態における酸化剤供給部１４）と、前記酸化剤の圧力（例えば、後述する実施の形態における信号圧）に応じた圧力（例えば、後述する実施の形態における供給圧）で、燃料（例えば、後述する実施の形態における水素）を前記燃料電池に供給する第１の燃料供給手段（例えば、後述する実施の形態における燃料供給側圧力制御部１８）と、前記第１の燃料供給手段から供給された前記燃料のうち前記燃料電池から排出された排出燃料を、新たに前記第１の燃料供給手段から供給された前記燃料に混合して前記燃料電池へ再循環させる燃料循環手段（例えば、後述する実施の形態における（第１）エゼクタ１７，第２エゼクタ４３）と、前記燃料循環手段と並列に設けられ、前記酸化剤の圧力に応じた供給圧力（例えば、後述する実施の形態における供給圧）で、前記燃料を前記燃料電池に供給する第２の燃料供給手段（例えば、後述する実施の形態におけるバイパス側圧力制御部１９）とを備え、前記第２の燃料供給手段は、前記燃料の圧力に関して、前記第１の燃料供給手段の出口圧と前記第２の燃料供給手段の出口

圧との圧力差が、所定の圧力閾値（例えば、後述する実施の形態における（供給圧Ｐｓｅ－供給圧Ｐｓｂ））を超えた場合に、前記燃料を前記燃料電池に供給することを特徴としている。

【０００６】上記構成の燃料電池の燃料供給装置によれば、例えば圧力制御弁等からなる第１の燃料供給手段によって所定の供給圧で燃料が供給される際に、燃料循環手段を通過する燃料の流量が、最大流量に達して飽和した場合であっても、この燃料循環手段を迂回するようにして並列に配置された、例えば圧力制御弁等からなる第２の燃料供給手段を介して燃料電池に燃料を供給することができる。例えば図１に示す燃料電池で消費される燃料の流量Ｑ１に対する、燃料電池に供給される燃料の流量Ｑ４の比（以下において、ストイキ（Ｑ４／Ｑ１）と呼ぶ）の変化を示すグラフ図のように、第１の燃料供給手段から供給された燃料が通過する燃料循環手段、例えばエゼクタのノズルに関して、相対的にノズル径の小さなエゼクタＥ１（図１に示す実線Ｅ１）と、相対的にノズル径の大きなエゼクタＥ２（図１に示す実線Ｅ２）とに対して、所定の圧力で各エゼクタＥ１，Ｅ２に燃料が供給されると、エゼクタＥ１に対するストイキ（Ｑ４／Ｑ１）は、エゼクタＥ２に対するストイキ（Ｑ４／Ｑ１）よりも大きくなるが、エゼクタＥ１での最大流量Q_{E1}は、エゼクタＥ２での最大流量Q_{E2}よりも小さくなる。すなわちエゼクタのノズル径、つまりノズルの断面積が小さくなって燃料の流量が少なくなると、ストイキ（Ｑ４／Ｑ１）は大きくなって燃料を循環させる能力は高くなるが、エゼクタを通過可能な燃料の最大流量は低下する。

【０００７】ところで、燃料電池には、例えば内部に燃料を流通させるための構造や、例えば内部で生成された水を外部に排出するために必要な排出燃料の流量や、燃料電池を構成する触媒及び固体高分子電解質膜の特性等に応じて、供給される燃料に対する利用率に関して所定の閾値が設定されており、この燃料の利用率はストイキ（Ｑ４／Ｑ１）の逆数に等しい。例えば、燃料電池に供給される燃料の利用率を、所定の閾値を超えて高くすると、燃料の供給口近傍と、排出口近傍とで、燃料の密度変化が大きくなり、燃料電池を構成する各セルの表面上において出力密度の分布が不均一となる。ここで、燃料からの水素イオンが固体高分子電解質膜を透過する際の損失によって発熱が生じるため、各セルにおいて発熱分布が不均一となり、例えば燃料電池の寿命等を予測することが困難となって、燃料電池の性能を維持することができなくなる恐れがある。なお、各燃料電池に対して設定された燃料の利用率の閾値、つまり燃料電池の負荷に応じて設定された所定の下限ストイキＳＴ（例えば図１に示す破線ＳＴ）に関して、消費された燃料の流量Ｑ１が小さい、つまり燃料電池の出力が低い低出力時には、例えば燃料電池の内部から水を排出するために、相対的に大きな排出流量が必要である。

【０００８】従って、例えば図１に示すエゼクタＥ１のように、燃料電池の低出力側（低負荷領域）で下限ストイキＳＴを満たすように、相対的にノズル径の小さなエゼクタＥ１を用いてストイキ（Ｑ４／Ｑ１）を増大させた際に、エゼクタＥ１にて混合されて燃料電池へ供給される排出燃料及び新たに導入された燃料の流量が、最大流量Q_{E1}に到達した時点で、このエゼクタＥ１を迂回するようにして並列に配置された第２の燃料供給手段、例えば圧力制御弁を開弁して燃料電池へ燃料の供給を開始する。これにより、エゼクタＥ１の最大流量Q_{E1}で制限されること無しに、高出力側の広範な領域においても、下限ストイキＳＴを満たすストイキ特性Ｅ１ｂ（図１に示す点線Ｅ１ｂ）により、燃料電池に燃料を供給することができる。

【０００９】例えば、電気自動車等の車両に搭載された燃料電池に対して、車両のアイドル運転時に要求される下限ストイキＳＴを満たすように、例えばエゼクタのノズル径を細くする等によって、燃料電池の低出力時には、エゼクタでの副流吸引力、つまり排出燃料を再循環させる能力を確保して、ストイキ（Ｑ４／Ｑ１）が大きな値となるように設定する。一方、エゼクタのノズル径を細くすることに起因して、燃料電池の高出力側で不足する流量分については、第２の燃料供給手段から燃料を供給することによって補うことができ、低出力側から高出力側への広範な出力範囲に亘って、容易に燃料電池を制御することができる。

【００１０】さらに、エゼクタを通過する燃料の流量が増大することに伴って、エゼクタの両端における圧力損失は徐々に飽和した状態へと移行して、エゼクタの最大流量に達した時点で圧力損失は飽和値となる。この飽和値を、例えば、所定の圧力閾値として設定することで、エゼクタから燃料電池へ供給される燃料の流量が飽和した後には、直ちに第２の燃料供給手段から燃料の供給を行うことができ、要求されるストイキ特性を確実に満たすようにして燃料電池を制御することができる。

【００１１】しかも、酸化剤供給手段として例えばエアーコンプレッサーを用い、圧力制御手段として例えば空気式の比例圧力制御弁を使用して、エアーコンプレッサーからの空気を、酸化剤として燃料電池へ供給すると共に、第１及び第２の燃料供給手段の比例圧力制御弁へ供給することで、空気の圧力を信号圧として、この信号圧に応じた供給圧で第１及び第２の燃料供給手段の比例圧力制御弁から燃料を供給することができる。これにより、燃料電池に対する燃料供給を、酸化剤である空気の圧力のみによって容易に制御することができる。すなわち、燃料電池の燃料極と空気極との間で必要とされる所定の極間圧力を制御しながら、これと同時に、第１及び第２の燃料供給手段を制御することができ、エゼクタと比例圧力制御弁等とを並列に配置しただけの単純な構成

で、例えば電気的な制御等を必要とせずに機械的な制御のみで、容易に広範な出力範囲に亘って燃料電池を制御することができる

【００１２】さらに、請求項２に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置は、前記燃料循環手段は、前記燃料電池で消費された前記燃料の消費流量（例えば、後述する実施の形態におけるモル流量Ｑ１）に対する（前記燃料電池に供給された前記燃料／前記燃料の消費流量）特性（例えば、後述する実施の形態におけるストイキ（Ｑ４／Ｑ１））が異なる（例えば、後述する実施の形態におけるストイキ特性Ｅ１，Ｅ２）複数のエゼクタ（例えば、後述する実施の形態における（第１）エゼクタ１７，第２エゼクタ４３）が並列に配置されてなり、前記複数のエゼクタの少なくとも１つが選択されて切替制御されることを特徴としている。

【００１３】上記構成の燃料電池の燃料供給装置によれば、例えば図１に示すように、燃料電池の低出力側（低負荷領域）では、相対的に大きな下限ストイキＳＴを満たすように、例えばノズル径の小さなエゼクタＥ１を用いてストイキ（Ｑ４／Ｑ１）を増大させておき、エゼクタＥ１から排出される燃料の流量が最大流量Q_{E1}に到達した時点で、このエゼクタＥ１を迂回するようにして並列に配置された第２の燃料供給手段、例えば圧力制御弁を開弁して燃料の供給を開始するように設定する。これにより、エゼクタＥ１の最大流量Q_{E1}を超える領域においても、下限ストイキＳＴを満たすストイキ特性Ｅ１ｂ（図１に示す点線Ｅ１ｂ）により、燃料電池に燃料を供給することができる。

【００１４】さらに、例えばエゼクタＥ１よりも相対的にノズル径が大きなエゼクタＥ２が、エゼクタＥ１を迂回するようにして並列に配置されており、このエゼクタＥ２のストイキ特性（図１に示す実線Ｅ２）が、エゼクタＥ１と第１の燃料供給手段との組み合わせによるストイキ特性Ｅ１ｂに等しくなった位置（図１に示す位置α）で、例えば３方弁等によって、エゼクタＥ１への燃料供給を停止して、エゼクタＥ２へ燃料供給を行うように設定する。これにより、エゼクタＥ１と第１の燃料供給手段との組み合わせによるストイキ特性Ｅ１ｂに比べて、高出力側の領域におけるストイキ（Ｑ４／Ｑ１）を増大させることができる。

【００１５】そして、エゼクタＥ２から排出される燃料の流量が最大流量Q_{E2}に到達した時点で、再び圧力制御弁を開弁して、第２の燃料供給手段から燃料の供給を開始する。これにより、エゼクタＥ２の最大流量Q_{E2}を超える領域においても、下限ストイキＳＴを満たすストイキ特性Ｅ２ｂ（図１に示す点線Ｅ２ｂ）により、燃料電池に燃料を供給することができる。従って、下限ストイキＳＴが、例えば、より大きな消費流量Ｑ１に対して、より大きなストイキ（Ｑ４／Ｑ１）を要求する場合であっても、圧力流量特性の異なる複数のエゼクタを並列に配置して、消費流量Ｑ１の増大に伴って順次、エゼクタを切り替えて燃料を供給することで、下限ストイキＳＴを満たすことができる。しかも、エゼクタによる燃料の供給流量が飽和した後には、第２の燃料供給手段により燃料を供給することができるため、より一層、広範な出力範囲に亘って燃料電池を制御することができる。

【００１６】さらに、請求項３に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置は、前記切替制御は前記燃料電池の出力に応じて制御されることを特徴としている。上記構成の燃料電池の燃料供給装置では、例えば燃料電池の負荷に応じて、複数のエゼクタの少なくとも１つを選択する。

【００１７】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態に係る燃料電池の燃料供給装置ついて添付図面を参照しながら説明する。図２は本発明の一実施形態に係る燃料電池の燃料供給装置１０の構成図であり、図３はエゼクタ１７の側断面図である。本実施の形態による燃料電池の燃料供給装置１０は、例えば電気自動車等の車両に搭載されており、燃料電池１１と、燃料供給部１２と、加湿部１３と、酸化剤供給部１４と、熱交換部１５と、水分離部１６と、エゼクタ１７と、燃料供給側圧力制御部１８と、バイパス側圧力制御部１９とを備えて構成されており、特に、加湿部１３及び水分離部１６及びエゼクタ１７を備えて再循環部２０Ａが構成されている。

【００１８】燃料電池１１は、例えば固体ポリマーイオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して構成されたスタックからなり、燃料として例えば水素が供給される水素極と、酸化剤として例えば酸素を含む空気が供給される空気極とを備えている。そして、空気極には、酸化剤供給部１４から空気が供給される空気供給口２０ａと、空気極内の空気を外部に排出するための空気排出弁２１が設けられた空気排出口２０ｂが設けられている。一方、燃料極には、燃料供給部１２から水素が供給される燃料供給口２０ｃと、燃料極内の水素を外部に排出するための燃料排出口２０ｄが設けられている。

【００１９】加湿部１３は、燃料供給部１２から供給される燃料に水蒸気を混合して水素を加湿してから燃料電池１１へと供給し、固体分子電解質膜のイオン導電性を確保している。酸化剤供給部１４は、例えばエアーコンプレッサーからなり、燃料電池１１の負荷やアクセルペダル（図示略）からの入力信号等に応じて制御されており、熱交換部１５を介して、燃料電池１１の空気極に加えて、燃料供給側圧力制御部１８及びバイパス側圧力制御部１９に空気を供給している。熱交換部１５は、酸化剤供給部１４からの空気を所定の温度に加温して、燃料電池１１へと供給している。

【００２０】燃料供給部１２と加湿部１３とを接続する

流路には、燃料供給側圧力制御部１８が設けられ、この燃料供給側圧力制御部１８と加湿部１３とを接続する流路には、エゼクタ１７が設けられている。さらに、燃料供給側圧力制御部１８と加湿部１３とを接続する流路には、エゼクタ１７を迂回するバイパス流路２２が設けられており、このバイパス流路２２にはバイパス側圧力制御部１９が設けられている。

【００２１】図３に示すように、エゼクタ１７は、例えば、流体供給口３１と、副流導入管３２と、流体排出管３３と、ノズル３４と、副流室３５とを備えて構成されている。エゼクタ本体１７ａの内部には、例えば軸線Ｏと同軸に略円柱状の空間からなる副流室３５が形成されており、この副流室３５には軸線Ｏと直交する方向に伸びる副流導入管３２が接続されており、副流導入管３２の一端は副流室３５の内周面上で開口して、他端はエゼクタ本体１７ａの外面上で開口している。

【００２２】エゼクタ１７の軸線Ｏに沿った方向において、副流室３５の一方の内壁面上から略円筒状のノズル３４が軸線Ｏと同軸に突出しており、このノズル３４の先端部が副流室３５の他方の内壁面に近接するように配置されている。ノズル３４の基端部には、エゼクタ本体１７ａの外面上で開口した流体供給口３１が設けられ、ノズル３４は基端部から先端部に向かい漸次縮径したテーパ状の内周面を有している。そして、副流室３５の他方の内壁面上には、軸線Ｏ方向に沿ってエゼクタ本体１７ａを貫通する流体排出管３３の一端が開口しており、流体排出管３３の他端はエゼクタ本体１７ａの外面上で開口している。

【００２３】エゼクタ１７の流体供給口３１には、燃料供給部１２から燃料が供給されており、副流導入管３２には燃料電池１１の燃料排出口２０ｄから排出された排出燃料が導入されている。ここで、流体供給口３１から供給された燃料はノズル３４を通過する過程で加速され、ノズル３４の先端部から流体排出管３３に向かって副流室３５内に放出された高速の燃料流の近傍では、副流導入管３２から副流室３５内に導入された排出燃料が、高速の燃料流に引き込まれるようにして流体排出管３３内へ連行される。これに伴って、副流室３５内には負圧が発生して、この負圧を補うようにして副流導入管３２から排出燃料が吸引される。

【００２４】エゼクタ１７で混合された燃料及び排出燃料は、流体排出管３３から排出されて加湿部１３へ供給されている。すなわち、燃料電池１１から排出された排出燃料はエゼクタ１７を介して循環させられている。なお、燃料電池１１の燃料排出口２０ｄには水分離部１６が接続されており、この水分離部１６で水分が除去された排出燃料は、逆止弁２３を介してエゼクタ１７の副流導入管３２へ供給されている。

【００２５】燃料供給側圧力制御部１８及びバイパス側圧力制御部１９は、例えば空気式の比例圧力制御弁からなり、酸化剤供給部１４から供給される空気の圧力を信号圧として、各圧力制御部１８，１９を通過した燃料が各圧力制御部１８，１９の出口で有する圧力、つまり供給圧を所定値に設定している。例えば、燃料供給側圧力制御部１８では、信号圧：供給圧＝１：３に設定され、バイパス側圧力制御部１９では、信号圧をＰｔ、所定圧＃Ｐを例えば２３ｋＰａとして、図４に示す開弁特性のグラフ図のように、信号圧：供給圧＝Ｐｔ：（Ｐｔ＋＃Ｐ）に設定されている。

【００２６】本実施の形態による燃料電池の燃料供給装置１０は上記構成を備えており、次に、この燃料電池の燃料供給装置１０の動作について添付図面を参照しながら説明する。図５は燃料電池の燃料供給装置１０における水素のモル流量Ｑ１～Ｑ５と、燃料電池１１の出力との関係を示すグラフ図である。なお、以下において、燃料供給部１２から供給される燃料、つまり燃料電池１１にて消費される水素のモル流量Ｑ１と、燃料電池１１の燃料極に供給される水素のモル流量Ｑ４との比をストイキ（Ｑ４／Ｑ１）と呼ぶ。ストイキ（Ｑ４／Ｑ１）（図５に示す実線（Ｑ４／Ｑ１））は、燃料電池１１における水素の利用率の逆数に等しく、ストイキ（Ｑ４／Ｑ１）が大きいほど、水素を循環させる能力が高いことを表している。そして、例えば車両のアイドル運転時等における燃料電池１１の負荷状態を基準として、所定の下限ストイキＳＴ（図５に示す太実線ＳＴ）が設定されており、この下限ストイキＳＴは、例えば、燃料電池１１の内部に燃料を流通させるための構造や、例えば燃料電池１１の内部で生成された水を外部に排出するために必要な排出燃料の流量や、燃料電池１１を構成する触媒及び固体高分子電解質膜の特性等に応じて設定された燃料の利用率に関する所定閾値の逆数である。

【００２７】先ず、酸化剤供給部１４から、例えば燃料電池１１の負荷やアクセルペダルの操作量等に応じて設定される適宜の圧力（信号圧Ｐｔ）の空気が、燃料電池１１の空気極及び燃料供給側圧力制御部１８及びバイパス側圧力制御部１９に供給される。すると、燃料供給側圧力制御部１８は、信号圧Ｐｔ（例えば１００ｋＰａ）の３倍、つまり供給圧Ｐｓｅ＝３Ｐｔでエゼクタ１７及びバイパス流路２２に向かい水素を供給する。一方、バイパス流路２２のバイパス側圧力制御部１９は、信号圧Ｐｔ及び所定圧＃Ｐ（例えば２３ｋＰａ）に対して、供給圧Ｐｓｂ＝（Ｐｔ＋＃Ｐ）で水素を供給するように設定されており、この供給圧Ｐｓｂ（例えば１２３ｋＰａ）は燃料供給側圧力制御部１８から供給される水素の供給圧Ｐｓｅ（例えば３００ｋＰａ）よりも小さい値に設定されている。

【００２８】ここで、例えば図５に示す領域β１のように、燃料電池１１の出力が相対的に小さく、燃料極に供給される水素の流量が少ない状態では、エゼクタ１７のノズル３４を通過する水素の流量が少ないため、ノズル

３４における圧力損失は小さい。この状態では、エゼクタ１７の流体排出管３３の出口における水素の出口圧は、燃料供給側圧力制御部１８から供給される水素の供給圧Ｐｓｅと大差なく、バイパス側圧力制御部１９で設定される水素の供給圧Ｐｓｂよりも大きくなっている。このため、例えば空気式の圧力制御弁からなるバイパス側圧力制御部１９は開弁されず、バイパス流路２２から燃料電池１１へ供給される水素のモル流量Ｑ３（図５に示す点線Ｑ３）はゼロとなる。

【００２９】これに対して、燃料電池１１の出力が増大すると、燃料電池１１で消費される水素の量が増大するので、燃料供給部１２から供給される水素のモル流量Ｑ１（図５に示す一点破線Ｑ１）が増大し、これに伴い、エゼクタ１７のノズル３４を通過する水素のモル流量Ｑ２（図５に示す実線Ｑ２）も増加する。この場合、エゼクタ１７のノズル３４において水素の圧力損失が増大して、エゼクタ１７の流体排出管３３の出口における水素の出口圧は、燃料供給側圧力制御部１８から供給される水素の供給圧Ｐｓｅに比べて徐々に低下すると共に、エゼクタ１７のノズル３４を通過する水素のモル流量Ｑ２の増加傾向が緩やかとなって、いわゆる頭打ちの状態に近づいてゆく。なお、燃料供給部１２から供給される水素の燃料供給側圧力制御部１８の出口部でのモル流量Ｑ１は、燃料電池１１にて消費される水素のモル流量Ｑ１に等しい。

【００３０】そして、エゼクタ１７の流体排出管３３の出口における水素の出口圧が、バイパス側圧力制御部１９で設定される供給圧Ｐｓｂ（例えば１２３ｋＰａ）以下になると、バイパス側圧力制御部１９が開弁されて、例えば図５に示す領域β２のようにモル流量Ｑ３が徐々に増大して、バイパス流路２２から燃料電池１１へ水素が供給されるようになる。なお、バイパス側圧力制御部１９を開弁させるタイミングは、例えば、エゼクタ１７のノズル３４を通過する水素のモル流量Ｑ２の増加量が飽和した時点、つまりエゼクタ１７のノズル３４での圧力損失の変化量が飽和した時点に設定されているが、これに限定されず、バイパス側圧力制御部１９に対する供給圧Ｐｓｂ＝（Ｐｔ＋＃Ｐ）の所定圧＃Ｐを変化させることで適宜のタイミングに調整可能である。

【００３１】上述したように、本実施の形態による燃料電池の燃料供給装置１０によれば、エゼクタ１７とバイパス側圧力制御部１９とを並列に配置しただけの単純な構成で、燃料電池の低出力領域から高出力領域に亘る広範な出力範囲に対して、所定の下限ストイキＳＴを満たすことができる。しかも、燃料供給側圧力制御部１８及びバイパス側圧力制御部１９は、酸化剤供給部１４をなすエアーコンプレッサーから供給される空気により制御されていることで、燃料電池１１の燃料極と空気極との間で必要とされる所定の極間圧力を制御しながら、これと同時に、ストイキ特性を制御することができ、例えば電気的な制御等を必要とせずに機械的な制御のみで、容易に広範な出力範囲に亘って燃料電池１１を制御することができ、装置が複雑化することを防いで、装置の製作費用の削減に資することが可能となる。

【００３２】なお、上述した本実施形態においては、１つのエゼクタ１７とバイパス側圧力制御部１９が並列に配置されるとしたが、これに限定されず、例えばノズル径が異なる複数のエゼクタと、バイパス側圧力制御部１９とが、並列に配置されても良い。以下に、本実施形態の変形例に係る燃料電池の燃料供給装置４０について添付図面を参照しながら説明する。図６は本実施形態の変形例に係る燃料電池の燃料供給装置４０の構成図である。なお、上述した実施の形態と同一部分には同じ符号を配して説明を簡略又は省略する。

【００３３】燃料供給側圧力制御部１８からエゼクタ１７（以下において、第１エゼクタ１７と呼ぶ）へと向かう流路の途中に設けられたバイパス流路２２への分岐部２２ａと、第１エゼクタ１７とを接続する流路には、例えば３方弁４１が設けられており、この３方弁４１には第１エゼクタ１７を迂回する第２エゼクタ用バイパス流路４２が接続されており、この第２エゼクタ用バイパス流路４２には、第２エゼクタ４３が備えられている。３方弁４１は、例えば燃料供給側圧力制御部１８から供給される燃料の流量が所定流量になった時点で、燃料の供給先を第１エゼクタ１７から第２エゼクタ４３へと切り替える。第２エゼクタ４３は、例えば第１エゼクタ１７と同一の構成を備えており、第２エゼクタ４３のノズル３４は、例えば第１エゼクタ１７よりも大きな内径を有している。すなわち、第２エゼクタ４３の最大流量は第１エゼクタ１７の最大流量よりも大きく設定されている。そして、第２エゼクタ４３の副流導入管３２には、燃料電池１１の燃料排出口２０ｄから排出されて水分離部１６で水分が除去された水素が逆止弁２３を介して供給されている。すなわち、再循環部４０Ａは、加湿部１３及び水分離部１６及び第１エゼクタ１７に加えて、第２エゼクタ４３及び３方弁４１を備えて構成されている。

【００３４】次に、この燃料電池の燃料供給装置４０の動作について添付図面を参照しながら説明する。図７は燃料電池の燃料供給装置４０における水素のモル流量Ｑ２，Ｑ３と、燃料電池１１の出力との関係を示すグラフ図である。なお、以下において、例えば、燃料電池１１の負荷状態に応じて設定された下限ストイキＳＴ２（図７に示す太実線ＳＴ２）によるストイキ（Ｑ４／Ｑ１）は、上述した実施の形態に係る下限ストイキＳＴ（図７に示す一点破線ＳＴ）によるストイキ（Ｑ４／Ｑ１）よりも大きな値に設定されている。

【００３５】先ず、酸化剤供給部１４から、例えば燃料電池１１の負荷やアクセルペダルの操作量等に応じて設定される適宜の圧力（信号圧Ｐｔ）の空気が、燃料電池

１１の空気極及び燃料供給側圧力制御部１８及びバイパス側圧力制御部１９に供給される。すると、燃料供給側圧力制御部１８は、信号圧Ｐｔ（例えば１００ｋＰａ）の３倍、つまり供給圧Ｐｓｅ＝３Ｐｔで３方弁４１及びバイパス流路２２に向かい水素を供給する。一方、バイパス流路２２のバイパス側圧力制御部１９は、信号圧Ｐｔ及び所定圧＃Ｐ（例えば２３ｋＰａ）に対して、供給圧Ｐｓｂ＝（Ｐｔ＋＃Ｐ）で水素を供給するように設定されており、この供給圧Ｐｓｂ（例えば１２３ｋＰａ）は燃料供給側圧力制御部１８から供給される水素の供給圧Ｐｓｅ（例えば３００ｋＰａ）よりも小さい値に設定されている。

【００３６】ここで、例えば図７に示す領域γ１のように、燃料電池１１の出力が相対的に小さく、燃料極に供給される水素の流量が少ない状態では、燃料供給側圧力制御部１８から供給される水素は、３方弁４１を介して第１エゼクタ１７へと供給されている。この状態では、第１エゼクタ１７のノズル３４を通過する水素の流量が少ないため、ノズル３４における圧力損失が小さく、エゼクタ１７の流体排出管３３の出口における水素の出口圧は、燃料供給側圧力制御部１８から供給される水素の供給圧Ｐｓｅと大差なく、バイパス側圧力制御部１９で設定される水素の供給圧Ｐｓｂよりも大きくなっている。このため、バイパス側圧力制御部１９は開弁されず、バイパス流路２２から燃料電池１１へ供給される水素のモル流量Ｑ３（図７に示す点線Ｑ３）はゼロであり、ストイキ（Ｑ４／Ｑ１）は、第１エゼクタ１７のストイキ特性Ｅ１（図７に示す破線Ｅ１）により決定されている。

【００３７】これに対して、燃料電池１１の出力、すなわち燃料電池１１で消費される水素の量が増大すると、第１エゼクタ１７のノズル３４を通過する水素のモル流量Ｑ２（図７に示す実線Ｑ２）も増加するが、この増加傾向は徐々に緩やかとなって、いわゆる頭打ちの状態に近づいてゆく。そして、第１エゼクタ１７に対するモル流量Ｑ２が最大流量に到達して飽和する以前の所定のタイミング（図７に示す点γ２）で、３方弁４１は燃料供給側圧力制御部１８から流入する水素の供給先を、第１エゼクタ１７から第２エゼクタ４３へと切り替える。

【００３８】第２エゼクタ４３は、第１エゼクタ１７よりも最大流量が大きく設定されているため、例えば図７に示す領域γ３のように、燃料電池１１の出力の増大に応じて、第２エゼクタ４３のノズル３４を通過する水素のモル流量Ｑ２（図７に示す実線Ｑ２）が徐々に増加する。なお、３方弁４１によって、水素の供給先が第１エゼクタ１７から第２エゼクタ４３へと切り替えられる際には、第２エゼクタ４３のストイキ特性Ｅ２（図７に示す破線Ｅ２）によるストイキ（Ｑ４／Ｑ１）が、下限ストイキＳＴ２によるストイキ（Ｑ４／Ｑ１）よりも大きくなって、下限ストイキＳＴ２が満たされているように設定されている。

【００３９】そして、第２エゼクタ４３のノズル３４を通過する水素のモル流量Ｑ２が増加することに伴って、第２エゼクタ４３のノズル３４において水素の圧力損失が増大して、第２エゼクタ４３の流体排出管３３の出口における水素の出口圧が、バイパス側圧力制御部１９で設定される供給圧Ｐｓｂ（例えば１２３ｋＰａ）以下になると、バイパス側圧力制御部１９が開弁されて、例えば図７に示す領域γ４のように、モル流量Ｑ３が徐々に増大してバイパス流路２２から燃料電池１１へ水素が供給されるようになる。

【００４０】上述したように、本実施形態の変形例に係る燃料電池の燃料供給装置４０によれば、要求されるストイキ特性が適宜に変更された場合であっても、圧力流量特性の異なる複数、例えば２つの第１及び第２エゼクタ１７，４３を並列に配置しただけの単純な構成で、燃料の消費流量Ｑ１の増大に伴って順次、第１エゼクタ１７から第２エゼクタ４３へと切り替えて燃料を供給することで、容易に対応することができる。

【００４１】なお、上述した本実施形態においては、燃料供給側圧力制御部１８及びバイパス側圧力制御部１９は空気式の比例圧力制御弁からなるとしたが、これに限定されず、その他の圧力制御弁であっても良い。また、上述した本実施形態においては、３方弁４１によって、水素の供給先を切り替えるとしたが、これに限定されず、その他の制御弁であっても良い。

【００４２】なお、上述した本実施形態においては、車両のアイドル運転時等における燃料電池１１の負荷状態を基準として、所定の下限ストイキＳＴが設定されるとしたが、これに限定されず、燃料電池１１の低出力運転時における、その他の負荷状態を基準として下限ストイキＳＴが設定されていても良い。

【００４３】また、上述した本実施形態においては、３方弁４１によって、水素の供給先が第１エゼクタ１７から第２エゼクタ４３へと切り替えられるタイミングは、第１エゼクタ１７に対するモル流量Ｑ２が、最大流量に到達して飽和するより以前であって、かつ、第２エゼクタ４３のストイキ特性Ｅ２によるストイキ（Ｑ４／Ｑ１）が、下限ストイキＳＴによるストイキ（Ｑ４／Ｑ１）よりも大きくなっている状態であるとしたが、これに限定されず、例えば図１に示したように、第１エゼクタ１７（例えば図１示すエゼクタＥ１）が最大流量（例えば図１に示す最大流量Q_{E1}）に到達して飽和した時に、第２エゼクタ４３（例えば図１示すエゼクタＥ２）のストイキ特性Ｅ２によるストイキ（Ｑ４／Ｑ１）が、下限ストイキＳＴによるストイキ（Ｑ４／Ｑ１）よりも小さくなっていても良い。この場合、第１エゼクタ１７を通過する流量が飽和したと判定された時に、バイパス側圧力制御部１９が開弁してバイパス流路２２から燃料電池１１へ燃料が供給されるように設定されていれば良

く、さらに、第２エゼクタ４３のストイキ特性によるストイキ（Ｑ４／Ｑ１）が、エゼクタＥ１とバイパス側圧力制御部１９との組み合わせによるストイキ特性Ｅ１ｂ（図１に示す点線Ｅ１ｂ）によるストイキ（Ｑ４／Ｑ１）に等しくなった時点（図１に示す位置α）で、３方弁４１によって、燃料の供給先を第１エゼクタ１７から第２エゼクタ４３へと切り替えても良い。

【００４４】

【発明の効果】以上説明したように、請求項１に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置によれば、燃料循環手段を通過する燃料の流量が、最大流量に逆して飽和した場合であっても、この燃料循環手段を迂回する第２の燃料供給手段を介して燃料電池に燃料を供給することができ、燃料循環手段と第２の燃料供給手段とを並列に配置しただけの単純な構成で、例えば電気的な制御等を必要とせずに機械的な制御のみで、容易に広範な出力範囲に亘って燃料電池を制御することができるさらに、請求項２に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置によれば、燃料電池で消費された燃料の消費流量に対する（燃料電池に供給された燃料／燃料の消費流量）特性に関して、例えば要求される所定の特性が変更された場合であっても、エゼクタを切り替えて燃料を供給することで容易に対応することができる。さらに、請求項３に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置によれば、燃料電池の出力に応じて、エゼクタの切替制御を適切に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の燃料電池で消費される燃料の流量Ｑ１に対する、燃料電池に供給される燃料の流量Ｑ４の比（ストイキ（Ｑ４／Ｑ１））の変化を示すグラフ図である。

【図２】　本発明の一実施形態に係る燃料電池の燃料供給装置の構成図である。

【図３】　図２に示すエゼクタの側断面図である。

【図４】　図２に示すバイパス側圧力制御部の開弁特性のグラフ図である。

【図５】　図２に示す燃料電池の燃料供給装置における燃料のモル流量と、燃料電池の出力との関係を示すグラフ図である。

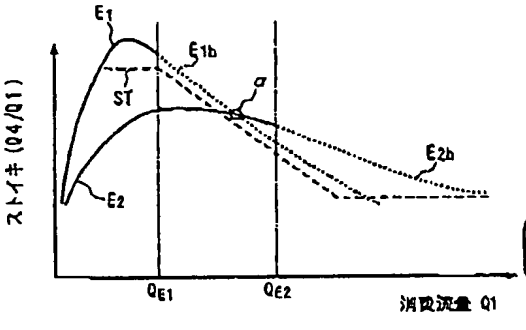
【図６】　図２に示す本実施形態の燃料電池の燃料供給装置の変形例を示す構成図である。

【図７】　図６に示す本実施形態の変形例に係る燃料電池の燃料供給装置における燃料のモル流量と、燃料電池の出力との関係を示すグラフ図である。

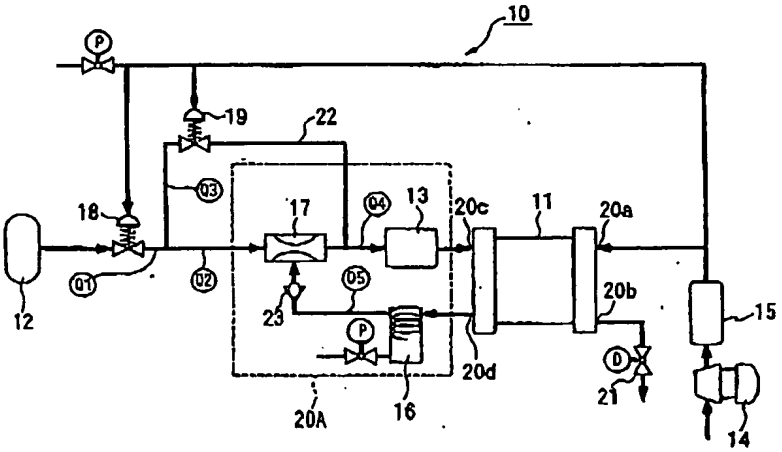
【符号の説明】

１０，４０　燃料電池の燃料供給装置
１１　燃料電池（燃料電池）
１４　酸化剤供給部（酸化剤供給手段）
１７　（第１）エゼクタ（燃料循環手段）
１８　燃料供給側圧力制御部（第１の燃料供給手段）
１９　バイパス側圧力制御部（第２の燃料供給手段）
４３　第２エゼクタ（燃料循環手段）

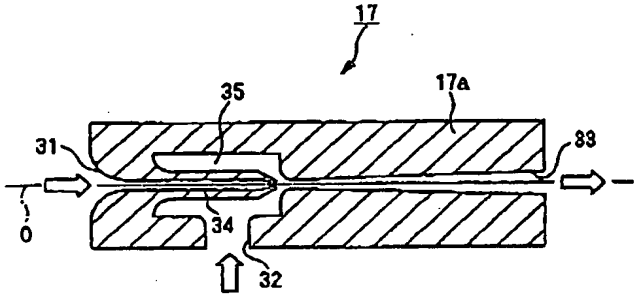
【図１】



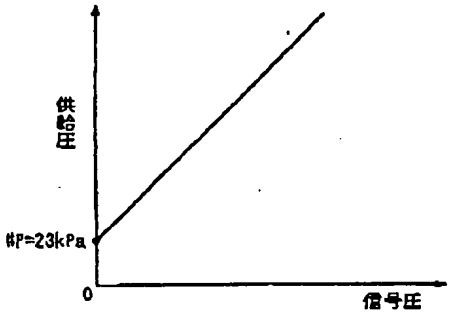
【図２】



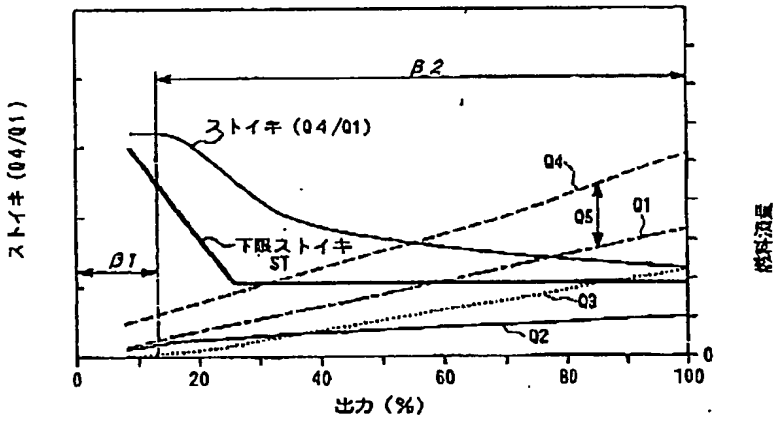
【図３】


17
35
17a
31
33
34
32

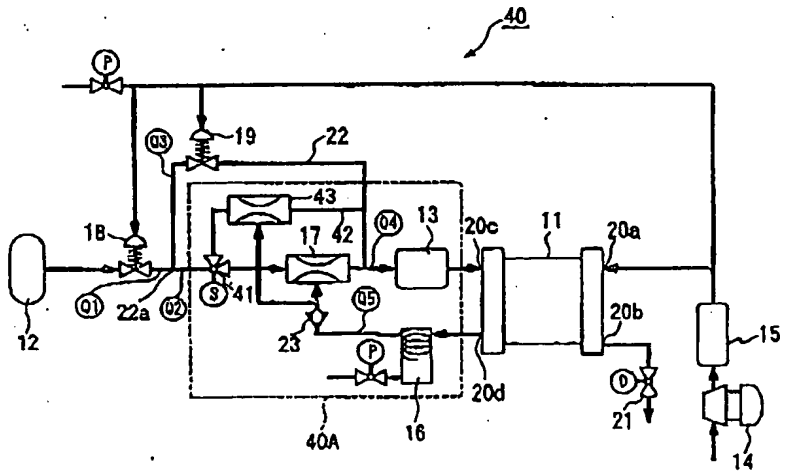
【図４】


供給圧
ΔP=23kPa
0
信号圧

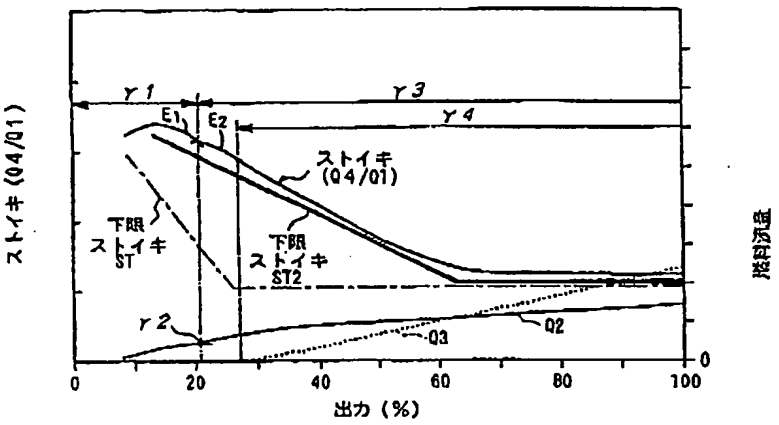
【図５】


β2
ストイキ (Q4/Q1)
Q4
Q5
Q1
β1
下限ストイキ
ST
Q3
Q2
0
20
40
60
80
100
出力 (%)
燃料流量

【図６】


40
P
Q3
19
22
43
18
17
42
Q4
13
20c
11
20a
Q1
22a
Q2
S
41
Q5
20b
12
23
P
20d
15
D
21
40A
16
14

【図７】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 3H079 AA18 AA23 AA28 BB05 CC13
CC21 DD02 DD03 DD12 DD16
DD23 DD24 DD25 DD28 DD52
DD60
5H026 AA06
5H027 AA06 KK05 KK06 KK11 KK25
KK26 KK52 MM09